



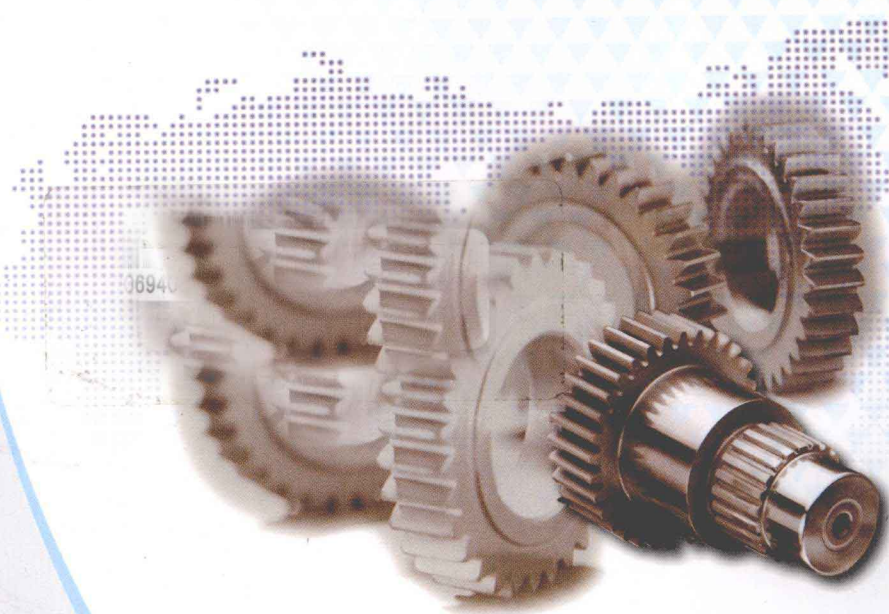
高职高专规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目

机械基础综合实训

陈长生 主编

机械传动装置设计方法

范例、拓展



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书是根据高职高专“机械基础课程教学基本要求”，结合职业技术教学“行动导向，学做结合”的需要组织编写的。

全书以机械传动装置的设计过程为主线组织章节内容，各章节包含方法、范例、拓展三个方面，着重体现学练结合的技术教学特点，以适应不同专业和学生的基础教学要求，对于实训的组织实施起到帮助作用。本书内容包括机械传动装置的总体设计、传动零件的综合设计、装配底图的设计和绘制、装配图的设计和绘制、零件图的设计和绘制、设计计算说明书的编写以及机械设计常用标准和规范等，共八章。贯穿全书的带式运输机传动装置设计教学范例，过程完整、内容详细，可供实训学习参考。

本书可作为高职高专院校机械类专业、机电结合类专业或其他近机械类专业机械基础课程的实训教材，也可供继续教育学员和工程技术人员选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础综合实训/陈长生主编. —北京: 机械工业出版社, 2010.9
高职高专规划教材. 浙江省“十一五”重点教材建设项目
ISBN 978-7-111-31890-3

I. ①机… II. ①陈… III. ①机械学—高等学校: 技术学校—教材
IV. ①TH11

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第178565号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 王海峰 于奇慧 责任编辑: 王丽滨

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 陈沛 责任印制: 杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2011年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.75印张·315千字

0001—4000册

标准书号: ISBN 978-7-111-31890-3

定价: 24.00元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部: (010)68993821

前 言

高等职业教育中与机械相关的专业有很多，其工作对象、技术及装备上也有差异，但是各专业所要求的专业能力通常都包含有机械设备的操作与维护、工艺的编制与实施、工装的设计与制造、产品质量的检验与控制等，表现在对机械技术的掌握和运用上基本是相同的。围绕机械领域中的实际问题，学生在针对机械图样、零件材料、受力与强度、参数与结构、公差与精度等方面所表现出的方法掌握及技术运用能力，直接影响到未来工作岗位任务的顺利完成。将机械基础相关技能按照技术工作任务进行整合，通过设置“机械基础综合实训”课程让学生接触机械领域中的这些基本问题，掌握解决方法，有助于培养学生的机械基础技能。

“机械基础综合实训”基于“工作任务、行动导向”的思想组织教学，以“做中学、做中教，能力递进”的思路设计教学过程。根据真实的工作任务，将多门机械基础课程相关内容进行结构化的整合，启发学生运用所学的知识、方法，借助技术资料去完成职业行动中的基本工作任务，包括传动方案的确定、电动机的选择、机械传动的设计计算、机械结构的运用、材料的选择、几何精度的设计、技术数据查用、图样表达、设计计算说明书编写等多项技能。这些知识是机械领域从事设备维修、产品装配与调试、工艺装备改进、机械产品更新等岗位所需要的职业基础。

本书是国家示范性高职高专院校精品课程配套教材，由长期从事技术教学的一线教师和企业资深技术人员共同编写而成。教材以机械传动装置设计过程为主线组织章节内容，各章包含了方法、范例、拓展三个方面，着重体现学练结合的技术教学特点，适应不同专业和学生的基础教学要求，对实训的组织实施起到帮助作用。本书内容包括机械传动装置的总体设计、传动零件的综合设计、装配底图的设计和绘制、装配图的设计和绘制、零件图的设计和绘制、设计计算说明书的编写以及机械设计常用标准和规范等，共八章。贯穿全书的带式运输机传动装置设计教学范例，过程完整、内容详细，可供实训学习参考。

参加本书编写的有浙江机电职业技术学院陈长生（第一、六、七、八章），叶红朝（第二、三章），孙毅（第四、五章），薛玮珠（第五、六章中有关零件几何精度设计的部分内容），杭州汽车发动机有限公司倪根林（第一章部分内容），杭州前进齿轮箱集团有限公司潘晓东（第二章部分内容）。全书由陈长生任主编并统稿。

本书承浙江省大学生机械设计竞赛委员会主任、浙江工业大学应富强教授任主审。浙江机电职业技术学院胡家秀、屠立教授等许多同行专家对本书编写予以热情支持并提出宝贵建议，编者在此一并致以衷心的感谢。

限于编者水平，书中误漏和不妥之处，敬请专家和读者指正。

编 者

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 机械传动装置设计训练简介	1
第二节 机械传动装置设计训练选题	4
第三节 机械产品设计过程简介	6
第二章 机械传动装置的总体设计	9
第一节 分析和拟定传动方案	9
第二节 电动机的选择	11
第三节 传动装置传动比的 计算与分配	16
第四节 各级传动的运动和 动力参数计算	17
第五节 传动装置总体设计教学范例	19
第六节 机械传动装置总体设计拓展	22
第三章 传动零件的综合设计	24
第一节 V带传动设计计算教学范例	24
第二节 齿轮传动设计计算教学范例	38
第三节 传动零件设计拓展	50
第四章 装配底图的设计和绘制	53
第一节 装配底图设计概述	53
第二节 减速器装配底图设计 绘制教学范例	75
第三节 装配底图设计拓展	82

第五章 装配图的设计和绘制	89
第一节 装配图设计概述	89
第二节 装配图设计绘制教学范例	101
第三节 装配图设计拓展	110
第六章 零件图的设计和绘制	117
第一节 零件图设计概述	117
第二节 轴类零件图设计教学范例	124
第三节 传动件零件图设计教学范例	130
第四节 箱体零件图设计教学范例	134
第五节 零件图设计拓展	140
第七章 设计计算说明书的编写	152
第一节 设计计算说明书编写概述	152
第二节 大学生机械设计竞赛理论 方案说明书格式	155
第八章 机械设计常用标准和规范	158
第一节 一般标准	158
第二节 极限配合、几何公差和 表面粗糙度	163
第三节 常用材料	172
第四节 联接	177
第五节 轴承	193
第六节 渐开线圆柱齿轮精度	198
参考文献	200

第一章 概 论

能力要求

1. 能理解设计任务书。
 2. 会分析设计题目，明确设计内容和要求。
 3. 能拟定详细工作步骤，分配设计时间。
 4. 会收集、准备和落实设计资料与用具。
-

第一节 机械传动装置设计训练简介

一、设计训练的目的

机器通常由原动机、传动装置和工作机三部分组成。传动装置是将原动机的运动和动力传递给工作机的中间装置，它包含了机械设计中有关传动、轴系、联接等基本问题。另外，整个机器的工作性能和成本费用与传动装置的性能及布局有很大关系。因此，学习和训练机械传动装置的设计可以提高学习者的机械设计水平。

机械传动装置设计训练是机械基础综合实训课程的一个十分重要的环节，是学生在校期间第一次较全面的机械设计能力训练，在实现机械类专业学生总体培养目标中占有重要地位。其基本目的是：

- 1) 综合运用机械基础课程的知识进行实践训练，使理论知识与实际紧密地结合起来，进一步巩固、加深所学知识。
- 2) 通过对通用机械零件和机械传动装置的设计训练，学习、掌握机械设计的一般方法与步骤，为以后从事实际技术设计奠定必要的基础。
- 3) 通过工程材料选用、设计分析计算、工程图样绘制、公差精度确定、资料收集运用、熟悉标准规范等实践，培养机械设计的基本技能。

二、设计训练的内容和任务

机械传动装置设计实训的性质、内容以及培养学生设计能力的过程，均不能与专业课程设计或工厂的产品设计相等同。设计训练一般选择由通用零部件所组成的机械传动装置或结构较简单的机械作为设计题目。现以减速器为主体的机械传动装置为例，来说明设计训练的内容。如图 1-1 所示，带式运输机的传动装置通常包括以下主要设计内容：

- 1) 机械传动装置的总体设计。
- 2) 传动件（如齿轮传动、带传动）的设计。

- 3) 装配底图的设计和绘制。
- 4) 装配图的设计和绘制。
- 5) 零件图的设计和绘制。
- 6) 设计计算说明书的编写。

设计训练一般要求每一个学生完成以下工作内容：

- 1) 传动装置部件装配图 1~2 张。
- 2) 零件图若干张（传动件、轴和箱体、机架等）。

- 3) 设计计算说明书一份。

设计训练完成后应进行总结和答辩。

三、设计训练的一般步骤

以上述常规设计题目为例，机械传动装置设计大体可按以下几个阶段进行。

1. 设计准备（约占总学时的 5%）

1) 阅读和研究设计任务书，明确设计内容和要求；分析设计题目，了解原始数据和工作条件。

2) 通过参观（模型、实物、生产现场）、看录像、参阅设计资料以及必要的调研等途径了解设计对象。

3) 阅读本书有关内容，明确并拟定设计过程和进度计划。

2. 传动装置的总体设计（约占总学时的 5%）

1) 分析和拟定传动装置的运动简图。

2) 选择电动机。

3) 计算传动装置的总传动比和分配各级传动比。

4) 计算各轴的转速、功率和转矩。

3. 各级传动件的设计计算（约占总学时的 10%）

1) 设计计算齿轮传动的主要参数和尺寸。

2) 设计计算带传动和链传动等的主要参数和尺寸。

4. 装配底图的设计和绘制（约占总学时的 35%）

1) 装配底图设计准备工作：主要分析和选择传动装置的结构方案。

2) 初绘装配底图及轴和轴承的计算：作轴、轴上零件和轴承部件的结构设计；校核轴的强度、滚动轴承的寿命和键联结、联轴器的强度。

3) 完成装配底图，并进行检查和修正。

5. 装配图的绘制和总成（约占总学时的 25%）

1) 绘制装配图。

2) 装配精度设计。

3) 标注尺寸、公差配合及零件序号。

4) 编写零件明细栏、标题栏、技术特性及技术要求等。

6. 零件图的设计和绘制（约占总学时的 10%）

1) 设计和绘制零件视图。

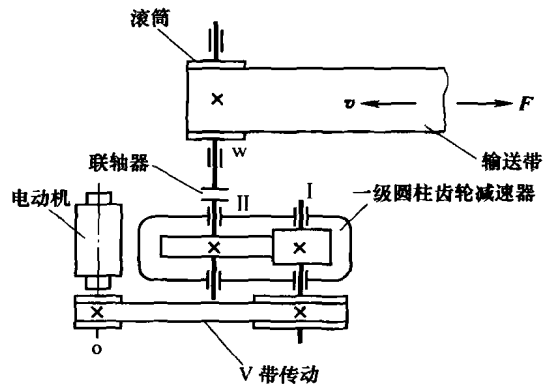


图 1-1 带式运输机的组成

- 2) 完成零件几何精度设计。
- 3) 编写零件技术要求。
7. 设计计算说明书的编写 (约占总学时的 8%)
 - 1) 明确设计计算说明书的内容和结构要求。
 - 2) 完成设计计算说明书正文文稿的编写。
 - 3) 对设计作业作出评价, 并完成设计计算说明书文稿目录、参考资料整理等。
8. 设计总结和答辩 (约占总学时的 2%)
 - 1) 完成答辩前的准备工作。
 - 2) 参加答辩。

必须指出, 上述设计步骤并不是一成不变的。机械传动装置设计与其他机械设计一样, 在从分析总体方案开始到完成技术设计的整个过程中, 由于在拟定传动方案时, 甚至在完成各种计算设计时有一些矛盾尚未暴露, 而待结构形状和具体尺寸表达在图样上时, 这些矛盾才会充分暴露出来, 故设计时必须作必要修改, 才能逐步完善, 亦即需要“由主到次、由粗到细”, “边计算, 边绘图, 边修改”及设计计算与结构绘图交替进行。这种反复修正的工作在设计中往往是经常发生的。

四、设计训练应注意的问题

设计训练是在教师的指导下由学生独立完成的。训练中必须发挥设计的主动性, 明确自己的任务与责任, 正确对待各种意见和帮助, 积极发挥个人的聪明才智, 自强、自立。提倡独立思考、深入钻研的学习精神; 提倡勇于开拓、不断进取的创新精神; 以自己最好的成绩完成训练任务, 从而在设计思想、方法和技能及行为习惯等方面获得较好的锻炼与提高。

1) 综合运用课程知识, 促进知识向能力的转化。自觉开展分析计算、工程制图、选材及热处理、结构设计、强度校核、公差选择和检测设计等综合技能训练, 努力提高分析和解决工程问题的能力; 积极运用各种手册、资料和计算机软件, 培养自觉吸收和运用新知识、新技术的良好习惯。

2) 养成良好的工作习惯。在设计的全过程中必须严肃认真、刻苦钻研、精益求精。设计中主动思考问题, 认真分析问题并积极解决问题。注意对设计资料及计算数据进行保存和积累, 保持记录的完整性, 使设计训练的各个环节信息畅通。这对设计正常进行、阶段自我检查和编写计算说明书都是必要的。设计中还应严格遵守和执行国家标准和技术规范, 所选标准件的尺寸参数必须符合标准规定; 对于非标准件的尺寸参数, 也应尽量圆整成标准尺寸或优先数列。

3) 设计中要正确处理参考已有资料和创新的关系。熟悉和利用已有的资料, 既可避免许多重复的工作, 加快设计进程, 同时也是提高设计质量的重要保证。善于掌握和使用各种资料, 如参考和分析已有的结构方案, 合理选用已有的经验设计数据, 也是提高设计工作能力的重要途径。但任何设计任务都是根据特定的设计要求和具体条件提出的, 因此, 设计时不能盲目地、机械地抄袭资料, 而必须具体分析吸收新的技术成果, 创造性地进行设计, 才能使设计质量和设计能力都获得提高。

4) 学生应在教师的指导下制订好设计进程计划, 注意掌握进度, 在预定时间内保质保量完成设计任务。边计算, 边绘图, 边修改的设计训练过程与按计划完成设计任务并不矛盾, 学生应从第一次参加设计训练开始, 就注意逐步掌握这种正确的设计方法。

第二节 机械传动装置设计训练选题

对于不同专业,由于培养要求和学时数不同,选题、设计内容及分量应有所不同。本节列选了若干个机械传动装置的设计题目,可供训练选题时参考。

一、带式运输机传动装置的设计

设计一种用于带式运输机的传动装置。

带式运输机组成示意图,如图 1-2 所示。

原始条件和数据:

带式运输机两班制连续单向运转,载荷平稳,空载起动,室内工作(环境温度 30℃),有粉尘;使用期限 8 年,大修期 4 年,动力来源为三相交流电动机,在中等规模机械厂小批生产。

带式运输机工作效率 $\eta=0.94$, 输送带速度允许误差为 $\pm 5\%$, 设计选题数据,见表 1-1。

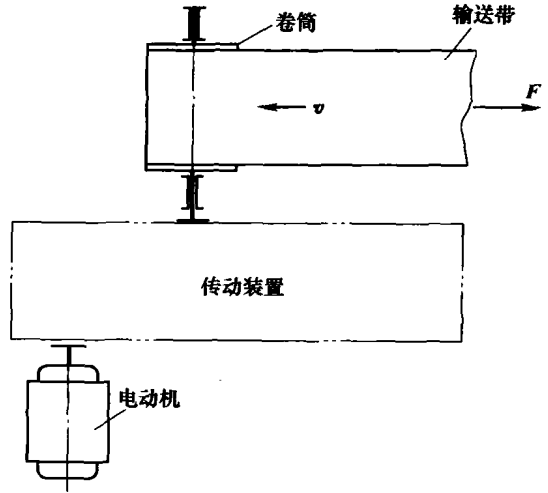


图 1-2 带式运输机组成示意图

表 1-1 带式运输机设计选题数据

选题编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
工作拉力 F/kN	7.5	7	6.5	6	5.5	5	4.5	4	3.5	3
带速 $v/(\text{m/s})$	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	1.5
卷筒直径 D/mm	400	400	400	400	450	450	450	450	400	400

训练工作量:

(1) 减速器装配图 1 张。

(2) 零件图(包含齿轮、轴等) 3 张。

(3) 计算、分析说明书 装订成册(包括材料选择与热处理确定、数值计算与结构设计、精度分析与公差选择等内容,不少于 20 页)。

二、卷扬机传动装置的设计

设计一种卷扬机的传动装置。卷扬机组成示意图,如图 1-3 所示,设计选题数据,见表 1-2。

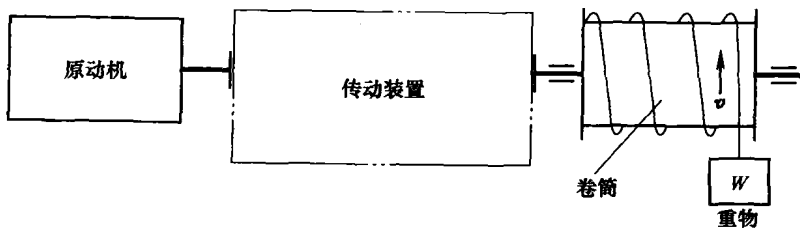


图 1-3 卷扬机组成示意图

原始条件和数据:

(1) 卷扬机数据 卷扬机绳牵引速度 $v(\text{m/s})$ 绳牵引力 $F(\text{kN})$ 及卷筒直径 $D(\text{mm})$

见表 1-2。

(2) 工作条件 用于建筑工地提升物料, 空载起动, 连续运转, 三班制工作, 工作平稳。

(3) 使用期限 工作期限为 10 年, 每年工作 300 天, 三班制工作, 每班工作 4 小时, 检修期间隔为 3 年。

(4) 生产批量及加工条件 在专门工厂小批量生产。

表 1-2 卷扬机设计选题数据

选题编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
绳牵引速度 $v/(m/s)$	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.4
绳牵引力 F/kN	8	4	6	10	8	6	10	8	6	12
卷筒直径 D/mm	250	300	300	200	200	200	200	200	200	150

训练工作量:

(1) 减速器装配图 1 张。

(2) 零件图 (包含齿轮、轴等) 3 张。

(3) 计算、分析说明书 装订成册 (包括材料选择与热处理确定、数值计算与结构设计、精度分析与公差选择等内容, 不少于 20 页)。

三、螺旋输送机传动装置的设计

设计螺旋输送机的传动装置。螺旋输送机组成示意图, 如图 1-4 所示, 设计选题数据, 见表 1-3。

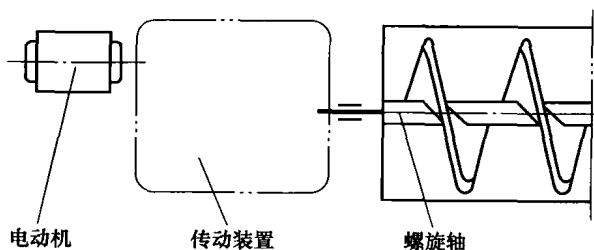


图 1-4 螺旋输送机组成示意图

表 1-3 螺旋输送机设计选题数据

原始条件和数据:

选题编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
螺旋轴功率 P/kW	4.0	4.5	5.0	5.0	5.5	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0
螺旋轴转速 $n/(r/min)$	100	100	100	110	90	100	90	100	100	90

螺旋输送机工作效率 $\eta=0.92$, 螺旋轴转速允许误差为 $\pm 7\%$ 。

(1) 工作条件 散状物料的输送。电动机空载起动, 连续单向运转, 有中等冲击, 单班制工作。工作环境灰尘较大, 温度不超过 $40^{\circ}C$ 。

(2) 使用期限 工作期限为 12 年。小修间隔为 1 年, 大修间隔为 3 年。

(3) 生产批量及加工条件 中小型机械厂, 中等批量生产。

训练工作量:

- (1) 减速器装配图 1 张。
- (2) 零件图 (包含齿轮、轴等) 3 张。
- (3) 计算、分析说明书 装订成册 (包括材料选择与热处理确定、数值计算与结构设计、精度分析与公差选择等内容, 不少于 20 页)。

第三节 机械产品设计过程简介

典型机械传动装置设计是机械设计基础教学中最基本的实践活动。在长期的工程实践中, 人们积累了科学成熟的设计方法和丰富的实用资料, 通过设计训练可以使学习者快速地掌握相关的基础知识和基本方法, 并及时地应用到解决相关专业性工程问题的实践活动中去。需要指出, 一般意义上的机械产品设计所涉及的内容比本书介绍的还要多。

一、机械设计的类型

机械设计是一项创造性劳动, 同时也是对已有成功经验的继承过程。根据实际情况的不同可以分成三种类型:

(1) 开发性设计 机械产品的工作原理和具体功能结构等完全未知的情况下, 应用成熟的科学技术或经过实验证明可行的新技术, 设计出过去没有的新产品, 这是一种完全创新的设计。

(2) 适应性设计 对现有机械产品的工作原理、功能结构基本保持不变的前提下, 仅作局部变更或增加附加功能, 新设计少数零、部件, 以改变产品的某些性能或克服原来的某些缺陷。这种设计具有部分的创新设计。

(3) 变型设计 在机械产品的工作原理和功能结构不变的前提下, 变更现有产品的配置和尺寸, 甚至增加一些型号, 使之扩大工作范围, 满足更多领域的工作要求。

二、机械设计的一般过程

机械产品设计是一个复杂的过程, 不同类型的产品、不同类型的设计, 其设计过程不尽相同。产品的开发性设计过程大致包括产品规划、方案设计、详细设计及改进设计等四个阶段。

1. 产品规划

首先应根据用户的需要与要求, 确定所要设计机器的功能和有关指标, 研究分析其实现的可能性, 然后确定设计课题, 制定产品设计任务书。

(1) 收集信息 主要内容包括用户对产品的用途、功能、技术性能、工作条件、生产批量、预期的总成本范围及外观等具体要求; 国内外同类产品的技术经济情报和专利; 现有同类产品的销售情况; 原材料及配件供应情况; 产品可持续发展的有关政策、法规等。

(2) 可行性分析 针对上述技术、经济、社会等各方面的情报进行详细分析, 并对开发的可能性进行综合研究, 提出产品开发的可行性报告, 包括以下内容:

- 1) 产品开发的必要性, 市场需求预测。
- 2) 有关产品的国内外水平和发展趋势。
- 3) 预期达到的目标, 包括设计技术水平、社会经济效益等。
- 4) 在现有条件下开发的可能性论述及准备采取的措施。
- 5) 提出设计、工艺等方面需要解决的关键问题。
- 6) 投资费用预算及项目的进度、期限等。

(3) 制定设计任务书 设计任务书规定了开发产品的具体要求,它是产品设计、试制、制造等评价决策的依据,也是用户评价产品优劣的尺度之一。

任务书的内容包括:产品的功能和用途、主要技术指标(技术要求、技术性能参数)、主要经济指标(生产率、能耗、目标成本等)和使用条件等;设计任务与预定进度、参与单位和设计分工等。

2. 方案设计

在产品功能分析的基础上,通过创新构思、优化筛选,拟定出最佳的产品功能原理方案。

明确了设计需要解决的问题后,研究实现产品功能的可能性,提出可能实现产品功能的多种方案。每个方案应该包括原动机、传动机构和工作机构。然后,在考虑机器的使用要求、现有的技术水平和经济性的基础上,综合运用各方面的知识与经验对各个方案进行分析比较。确定原动机、选定传动机构、确定工作机构及应满足的工作参数,绘制机构原理简图,完成机器的方案设计。

在方案设计过程中,要注意借鉴与采用同类机器成功的先例。同时,注意相关学科与技术新成果的应用,如材料科学、制造技术和控制技术的发展使得原来不能实现的方案变为可能,这些都为方案设计的创新奠定了基础。

3. 详细设计

详细设计的任务是将功能原理方案加以具体化,成为机器及其零部件的合理结构。在此阶段要完成产品的参数设计(初定参数、尺寸、材料、精度等)、布局设计(包括总体布置图、传动系统图、液压系统图、电气系统图等)、结构设计、人机工程设计及造型设计等。大致包括以下工作:

(1) 运动学设计 根据设计方案和工作机构的工作参数,确定原动机的动力参数,如功率和转速,进行机构设计,确定各构件的尺寸与运动参数。

(2) 动力学计算 根据运动学设计的结果,计算出作用于零件上的载荷。

(3) 零件设计 根据零件的载荷与设计准则,通过计算、类比或模型试验的方法,确定零部件的基本尺寸。

(4) 装配草图设计 根据零部件的基本尺寸和机构的结构关系,设计总装配草图。在综合考虑零件的装配、调整、润滑、加工工艺等的基础上,完成所有零件的结构与尺寸设计。确定零件间的位置关系后,可以比较精确地计算出作用在零件上的载荷,在此基础上应对主要零件进行校核计算,如对轴进行精确的强度计算,对轴承进行寿命计算。根据计算结果反复地修改零件的结构及尺寸,直至满足设计要求。

(5) 装配图与零件图设计 根据装配草图确定的零件结构及尺寸,完成装配图与零件图设计。

(6) 编制技术文件 如设计说明书、标准件及外购件明细表、备件和专用工具明细表等。

4. 改进设计

改进设计包括样机试制、测试评价、改进定型等环节。根据设计任务书的各项要求,对样机进行测试,发现产品在设计、制造、装配及运行中的问题,对方案、整机、零部件作出综合评价,对存在的问题和不足加以改进,进而修订完成全套设计图样(总装图、部件装配图、零件图、备件图、电气原理图、液压系统图、安装地基图等)和全套技术文件(设计任务书、设计计算说明书、试验鉴定报告、零件明细表、产品质量标准、产品检验规范、包装运输技术条件等)。

必须强调，机械设计的过程是复杂的，反复进行的。在某一阶段发现问题，必须回到前面的有关阶段进行并行设计。因此，整个设计的过程是一个不断反复、不断修改、不断完善的过程，以期逐渐接近最佳结果。开发性设计的过程最为复杂，适应性设计和变型设计的过程则视具体情况而调整。

机械设计的一般程序框图，如图 1-5 所示。

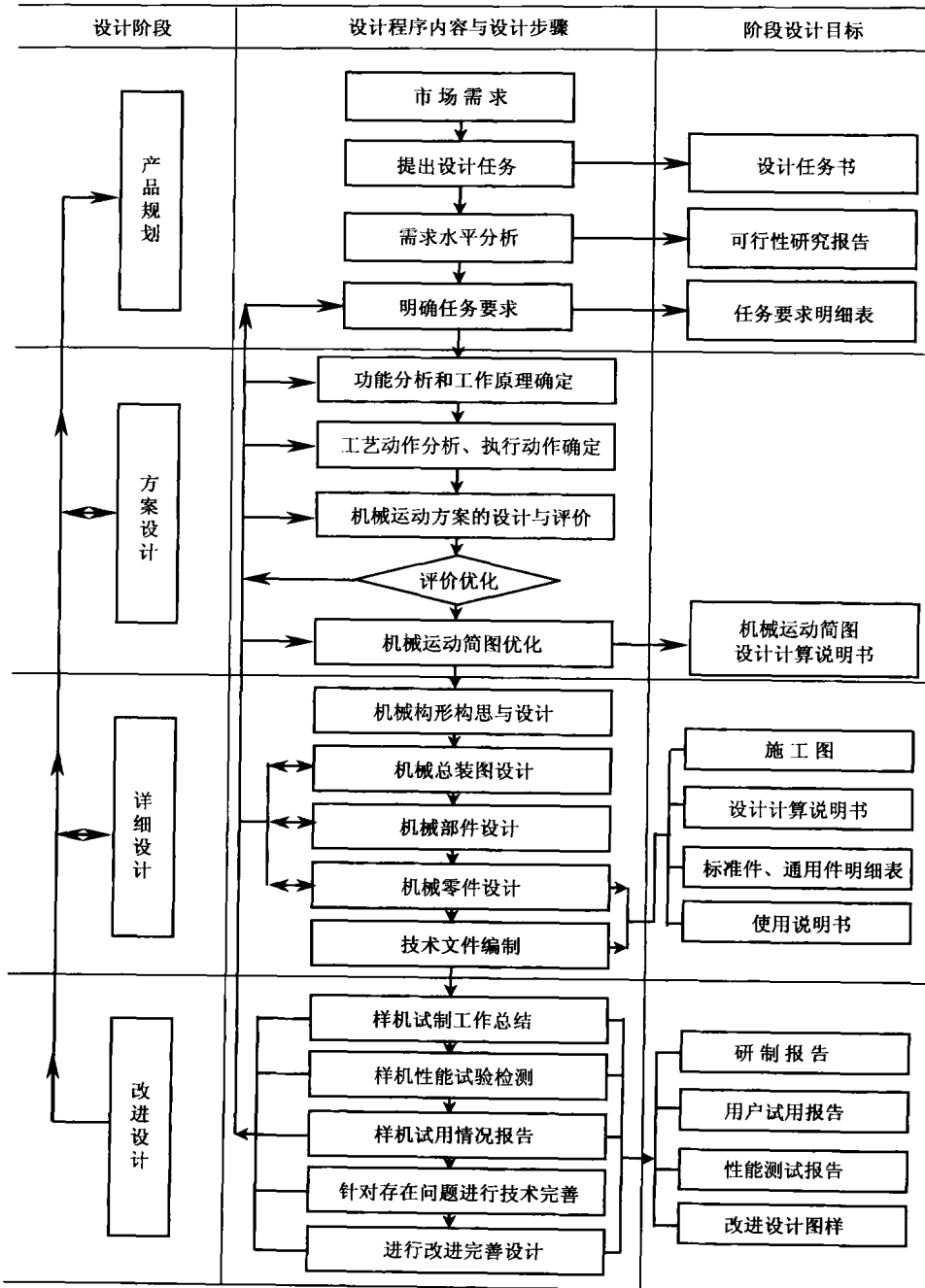


图 1-5 机械设计的一般程序框图

第二章 机械传动装置的总体设计

能力要求

1. 能分析、拟定由齿轮、带或链传动组成的传动方案和方案简图。
 2. 会根据原始条件和传动方案选择电动机。
 3. 会计算传动装置的总传动比并分配各级传动比。
 4. 会使用经验数据进行估算和处理数据，能完成各轴的转速、功率和转矩的计算。
-

第一节 分析和拟定传动方案

机械传动装置的总体设计主要包括分析、拟定传动方案、选择电动机型号、合理分配传动比及计算传动装置的运动和动力参数等。它为下一步各级传动零件设计和装配设计提供依据。

传动方案常由运动简图表示。运动简图明确地表示了组成机器的原动机、传动装置和工作机三者之间的运动和动力传递关系。一组带式运输机的传动方案，如图 2-1 所示。

实现工作机预定的运动是拟定传动方案最基本的要求。但满足这个要求可以有不同的传动方式、不同的机构类型、不同的顺序和布局，以及在保证总传动比相同的前提下分配各级传动机构以不同的分传动比来实现的许多方案。这就需要将各种传动方案加以分析比较，针对具体情况择优选定。

合理的传动方案除应满足工作机预定的功能外，还要求结构简单、尺寸紧凑、工作可靠、制造方便、成本低廉、传动效率高和使用维护方便。若要同时满足这些要求往往是比较困难的，因此，要分析比较多种传动方案，选择既能保证重点要求，又能兼顾其他要求的传动方案。如图 2-1 所示带式运输机各传动方案中，方案一（图 2-1a）结构尺寸较小，传动效率高，适合于在较差的工作环境下长期工作；方案二（图 2-1b）外廓尺寸较大，有减振和过载保护作用，但不适于繁重的工作条件和恶劣的环境；方案三（图 2-1c）宽度尺寸较小，但锥齿轮加工比圆柱齿轮困难；方案四（图 2-1d）结构最紧凑，但在长期连续运转的条件下，由于蜗杆传动的效率较低，其功率损失较大。以上四种方案虽然都能满足带式运输机的功能要求，但结构尺寸、性能指标、经济性等方面均有较大差异，要根据具体的工作要求进行合理选择。

分析和选择传动机构的类型及组合，合理布置传动顺序，是拟定传动方案的重要一环，通常应考虑以下几点：

1. 带传动

带传动承载能力较低，在传递相同转矩时，结构尺寸较啮合传动大，但传动平稳，能缓冲吸振，因此，被广泛用于传动系统的高速级。

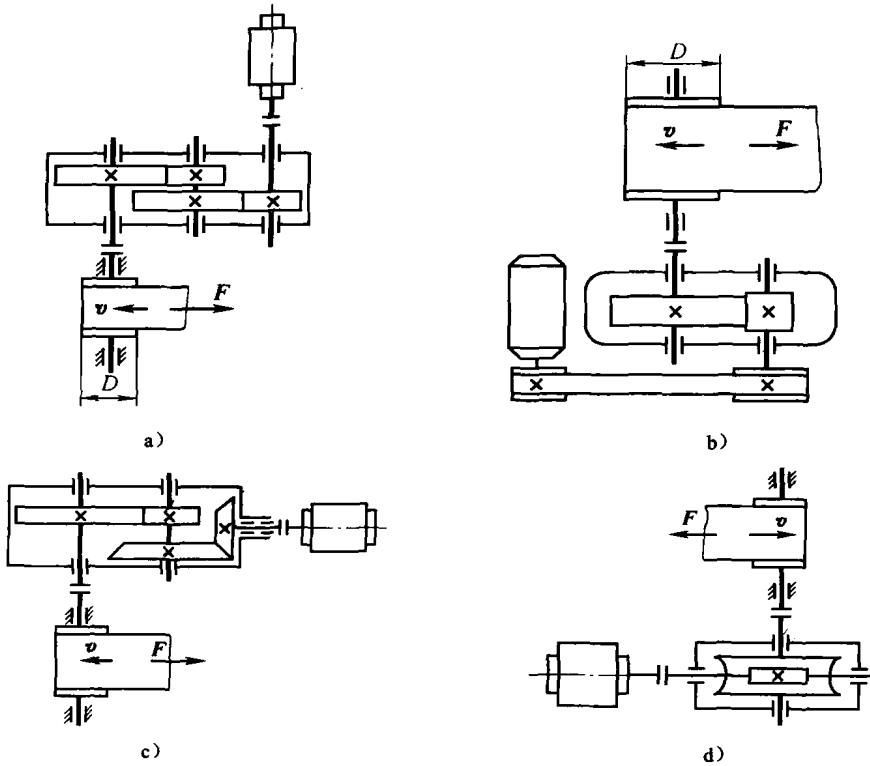


图 2-1 带式运输机的传动方案
 a) 方案一 b) 方案二 c) 方案三 d) 方案四

2. 链传动

一般滚子链传动运转不平稳，有冲击，宜布置在传动系统的低速级。

3. 斜齿圆柱齿轮传动

平稳性较直齿圆柱齿轮传动好，常用于高速级。

4. 锥齿轮传动

锥齿轮（特别是大模数锥齿轮）加工较困难，故一般放在高速级，并限制其传动比。

5. 蜗杆传动

传动比大，承载能力较齿轮传动低，故常布置在传动装置的高速级，获得较小的结构尺寸和较高的齿面相对滑动速度，以便于形成液体动压润滑油膜，提高承载能力和传动效率。

6. 开式齿轮传动

其工作环境一般较差，润滑条件不好，故寿命较短，宜布置在传动装置的低速级。

7. 改变运动形式的机构

为简化传动装置，一般总是将改变运动形式的机构（如连杆机构、凸轮机构等）布置在传动装置末端或低速级。对于许多控制机构一般也尽量放在传动系统的末端或低速处，以免造成大的累积误差，降低传动精度。

8. 传动装置的布局

要求尽可能做到结构紧凑、匀称，强度和刚度好，便于操作和维修。

在综合训练的任务书中,若已提供传动方案,为提高学生综合分析的能力,要求学生方案的合理性进行比较分析,在设计计算说明书中简要说明。

第二节 电动机的选择

原动机是机器中运动和动力的来源,其种类很多,有电动机、内燃机、蒸汽机、水轮机、汽轮机、液动机等。电动机结构简单、工作可靠、控制简便、维护容易,一般生产机械上大多数采用电动机驱动。

电动机已经系列化,设计中应根据工作载荷、工作要求、工作环境和安装要求等条件,选择电动机的类型和结构型式、容量(功率)和转速,并确定具体型号。

一、类型的选择

电动机类型根据电源种类(直流、交流)、工作要求(转速高低、起动特性和过载情况)、工作环境(灰尘、油、水、爆炸气体等)、载荷大小和性质及安装要求等条件来选择。工业上广泛应用我国新设计的、国际市场上通用的统一系列——Y系列三相异步电动机。

Y系列电动机为一般用途笼型三相异步电动机,具有高效、节能、起动转矩大、噪声低、振动小、可靠性高、使用维护方便等特点,适用于电源电压为380V无特殊要求的机械,如机床、泵、风机、运输机、搅拌机、农业机械等。Y系列电动机有两个基本系列,分别为Y(IP23)和Y(IP44)。IP44型外壳防护结构为封闭式,能防止灰尘、水滴大量地进入电动机内部,适用于灰尘多、水土飞溅的场所,综合训练中一般选用IP44机。Y系列(IP44)三相异步电动机技术参数见表2-1。

表 2-1 Y系列(IP44)三相异步电动机技术参数

型 号	额定功率 P_m/kW	满载时				堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	噪声/dB (A声级)	净重/kg
		电流/A	转速/ (r/min)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$					
同步转速 $n=3000\text{r/min}$										
Y801-2	0.75	1.81	2830	75.0	0.84	2.2	7.0	2.2	71	16
Y802-2	1.1	2.52	2830	77.0	0.86	2.2			71	17
Y90S-2	1.5	3.44	2840	78.0	0.86	2.2			75	22
Y90L-2	2.2	4.74	2840	82.0	0.86	2.2			75	25
Y100L-2	3.0	6.39	2870	82.0	0.87	2.2			79	33
Y112M-2	4.0	8.17	2890	85.5	0.87	2.2			79	45
Y132S1-2	5.5	11.1	2900	85.5	0.88	2.0			83	64
Y132S2-2	7.5	15.0	2900	86.2	0.88	2.0			83	70
Y160M1-2	11.0	21.8	2930	87.2	0.88	2.0			87	117
Y160M2-2	15.0	29.4	2930	88.2	0.89	2.0			87	125
Y160L-2	18.5	35.5	2930	89.0	0.89	2.0			87	147
Y180M-2	22.0	42.2	2940	89.0	0.89	2.0			92	180
Y200L1-2	30.0	56.9	2950	90.0	0.89	2.0			95	240

(续)

型 号	额定功率 P_m /kW	满载时				堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	噪声/dB (A 声级)	净重/kg
		电流/A	转速/ (r/min)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$					
同步转速 $n=3000$ r/min										
Y200L2-2	37.0	69.8	2950	90.5	0.89	2.0	7.0	2.2	95	260
Y225M-2	45.0	83.9	2970	91.5	0.89	2.0			97	310
Y250M-2	5.05	103	2970	91.5	0.89	2.0			97	400
Y280S-2	75.0	140	2970	91.5	0.89	2.0			99	550
Y280M-2	90.0	167	2970	92.0	0.89	2.0			99	620
Y315S-2	110	204	2980	93.0	0.90	1.8			104	980
Y315M1-2	132	245	2980	94.0	0.90	1.8			104	1080
Y315M2-2	160	295	2980	94.5	0.90	1.8			104	1165
同步转速 $n=1500$ r/min										
Y801-4	0.55	1.51	1390	73.0	0.76	2.2	6.5	2.2	67	17
Y802-4	0.75	2.01	1390	74.5	0.76	2.2			67	18
Y90S-4	1.1	2.75	1400	78.0	0.78	2.2			67	22
Y90L-4	1.5	3.65	1400	79.0	0.79	2.2			67	27
Y100L1-4	2.2	5.03	1430	81.0	0.82	2.2			70	34
Y100L2-4	3.0	6.82	1430	82.5	0.81	2.2			70	38
Y112M-4	4.0	8.77	1440	84.5	0.82	2.2			74	43
Y132S-4	5.5	11.6	1440	85.5	0.84	2.2			78	68
Y132M-4	7.5	15.4	1440	87.0	0.85	2.2			78	81
Y160M-4	11.0	22.6	1460	88.0	0.84	2.2			82	123
Y160L-4	15.0	30.3	1460	88.5	0.85	2.2	82	144		
Y180M-4	18.5	35.9	1470	91.0	0.86	2.0	7.0	2.2	82	182
Y180L-4	22.0	42.5	1470	91.5	0.86	2.0			82	190
Y200L-4	30.0	56.8	1470	92.5	0.87	2.0			84	270
Y225S-4	37.0	69.8	1480	91.8	0.87	1.9			84	300
Y225M-4	45.0	84.2	1480	92.3	0.88	1.9			84	320
Y250M-4	55.0	103	1480	92.6	0.88	2.0			86	427
Y280S-4	75.0	140	1480	92.7	0.88	1.9			90	562
Y280M-4	90.0	161	1480	93.6	0.89	1.9			90	670
Y315S-4	110	201	1480	93.5	0.89	1.8			96	1000
Y315M1-4	132	241	1490	93.5	0.89	1.8			96	1100
Y315M2-4	160	291	1490	91.0	0.89	1.8	96	1160		
同步转速 $n=1000$ r/min										
Y90S-6	0.75	2.25	910	72.5	0.70	2.0	6.0	2.0	65	23
Y90L-6	1.1	3.15	910	73.5	0.72	2.0			65	25

(续)

型 号	额定功率 P_m /kW	满载时				堵转转矩 额定转矩	堵转电流 额定电流	最大转矩 额定转矩	噪声/dB (A 声级)	净重/kg
		电流/A	转速/ (r/min)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$					
同步转速 $n=1000$ r/min										
Y100L-6	1.5	3.97	940	77.5	0.74	2.0	6.0	2.0	67	35
Y112M-6	2.2	5.61	940	80.5	0.74	2.0			67	45
Y132S-6	3	7.23	960	83.0	0.76	2.0			71	65
Y132M1-6	4	9.40	960	84.0	0.77	2.0			71	75
Y132M2-6	5.5	12.6	960	85.3	0.78	2.0			71	85
Y160M-6	7.5	17.0	970	86.0	0.78	2.0			75	120
Y160L-6	11	24.6	970	87.0	0.78	2.0	75		150	
Y180L-6	15	31.4	970	89.5	0.81	1.8	78		200	
Y200L1-6	18.5	37.7	970	89.8	0.83	1.8	78		220	
Y200L2-6	22	44.6	970	90.2	0.83	1.8	78		250	
Y225M-6	30	59.5	980	90.2	0.85	1.7	6.5		81	300
Y250M-6	37	72	980	90.8	0.88	1.8			81	410
Y280S-6	45	85.4	980	92.0	0.87	1.8			84	550
Y280M-6	55	104	980	92.0	0.87	1.8			84	600
Y315S-6	75	141	990	93.0	0.87	1.6			87	1000
Y315M1-6	90	168	990	93.5	0.87	1.6			87	1080
Y315M2-6	110	205	990	94.0	0.87	1.6	87		1150	
Y315M3-6	132	246	990	94.0	0.87	1.6	87		1210	
同步转速 $n=750$ r/min										
Y132S-8	2.2	5.81	710	81.0	0.71	2.0	5.5	2.0	66	70
Y132M-8	3	7.72	710	82.0	0.72	2.0			66	80
Y160M1-8	4	9.91	720	84.0	0.73	2.0	6		69	120
Y160M2-8	5.5	13.3	720	85.0	0.74	2.0			69	125
Y160L-8	7.5	17.7	720	86.0	0.75	2.0	5.5		72	150
Y180L-8	11	25.1	730	86.5	0.77	1.7	6.0		72	200
Y200L-8	15	34.1	730	88.0	0.76	1.8			75	250
Y225S-8	18.5	41.3	730	89.5	0.76	1.7			75	270
Y225M-8	22	47.6	730	90.0	0.78	1.8			75	300
Y250M-8	30	63.0	730	90.5	0.80	1.8			78	400
Y280S-8	37	78.2	740	91.0	0.79	1.8			78	520
Y280M-8	45	93.2	740	91.7	0.80	1.8	78		600	
Y315S-8	55	111	740	92.0	0.82	1.6	6.5		87	1000
Y315M1-8	75	150	740	92.5	0.82	1.6			87	1100
Y315M2-8	90	179	740	93.0	0.82	1.6			87	1160